

09/85(84) PCT/JP 99/03985  
26.07.99

4 日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

2899/3985

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1998年11月19日

REC'D 13 SEP 1999

WIPO PCT

出 願 番 号  
Application Number:

平成10年特許願第330033号

出 願 人  
Applicant(s):

株式会社ニコン

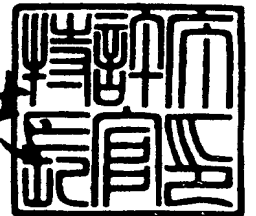
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 8月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

山 佐 建 志



出証番号 出証特平11-3056646

【書類名】 特許願

【整理番号】 98-01325

【提出日】 平成10年11月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H21L 21/027

【発明の名称】 光学機械及び露光装置並びにレーザ光源

【請求項の数】 27

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社 ニコ  
ン 内

【氏名】 茂木 清

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社 ニコ  
ン 内

【氏名】 押川 識

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社 ニコン

【代理人】

【識別番号】 100068755

【住所又は居所】 岐阜市大宮町2丁目12番地の1

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【電話番号】 058-265-1810

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800462

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学機械及び露光装置並びにレーザ光源

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照明光を透過又は反射する光学素子と、その光学素子を収納する気密室とを備えた光学機械において、

前記気密室内を第 1 のガスで置換する第 1 パージ機構と、

前記気密室内を前記第 1 のガスとは異なる組成の第 2 のガスで置換する第 2 パージ機構と、

前記光学機械の稼働状態を検出する稼働状態検出機構と、

その稼働状態検出機構の検出結果に基づいて、前記第 1 パージ機構又は前記第 2 パージ機構と、前記気密室との接続状態を切り換える制御装置と、を備えたことを特徴とする光学機械。

【請求項 2】 前記照明光を出射する光源を更に備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の光学機械。

【請求項 3】 前記光源がエキシマレーザ光を出射するエキシマレーザ光源からなることを特徴とする請求項 2 に記載の光学機械。

【請求項 4】 前記照明光をマスクに照射する照明光学系を更に備え、前記照明光学系の少なくとも一部を前記気密室内に収納し、その照明光学系からの照明光の照射により前記マスクのパターンを基板上に転写することを特徴とする請求項 1～請求項 3 のうちいずれか一項に記載の光学機械。

【請求項 5】 マスク上に形成されるパターンの少なくとも一部を基板上に投影する投影光学系を更に備え、前記マスクのパターンをその投影光学系を介して前記基板上に転写することを特徴とする請求項 1～請求項 4 のうちいずれか一項に記載の光学機械。

【請求項 6】 前記第 1 のガスは不活性ガスであり、前記第 2 のガスは酸素又は酸素を少なくとも大気と同等の濃度で含む混合ガスであることを特徴とする請求項 1～請求項 5 のうちいずれか一項に記載の光学機械。

【請求項 7】 前記第 1 のガス及び第 2 のガスの流路にそれらのガス中に含まれる不純物を除去するための清浄装置を設けたことを特徴とする請求項 1～請

求項 6 のうちいずれか一項に記載の光学機械。

【請求項 8】 前記稼働状態検出機構は、前記気密室を収納する筐体内又は光学機械が設置された環境における所定のガスの濃度を検出する環境監視手段を備え、前記制御装置はその環境監視手段の検出結果に基づいて前記所定のガスの濃度が所定値を下回ったときには、前記気密室に接続されるパージ機構を第 1 パージ機構から第 2 パージ機構に切り換えることを特徴とする請求項 1～請求項 7 のうちいずれか一項に記載の光学機械。

【請求項 9】 前記気密室を排気装置に接続し、前記稼働状態検出機構は、前記排気装置の排気能力を検出する排気監視手段を備え、前記制御装置はその排気監視手段の検出結果に基づいて前記排気能力が所定値を下回ったときには、前記気密室に接続されるパージ機構を第 1 パージ機構から第 2 パージ機構に切り換えることを特徴とする請求項 1～請求項 8 のうちいずれか一項に記載の光学機械。

【請求項 10】 前記稼働状態検出機構及び前記制御装置の少なくとも一方が停止された状態では、前記気密室に接続されるパージ機構を第 1 パージ機構から第 2 パージ機構に切り換えることを特徴とする請求項 1～請求項 9 のうちいずれか一項に記載の光学機械。

【請求項 11】 前記制御装置は、前記照明光を使用する動作時には前記第 1 パージ機構を前記気密室に接続し、前記第 1 のガスの使用条件を満たさない時には前記気密室に前記第 2 パージ機構を接続することを特徴とする請求項 1～請求項 10 のうちいずれか一項に記載の光学機械。

【請求項 12】 前記気密室の少なくとも一部が収納される筐体の一部が開放される状態、又は前記光学機械の電源がオフになる状態、もしくは前記光学機械の運搬、組立、又は調整中では、前記第 2 パージ機構が気密室に接続されることを特徴とする請求項 11 に記載の光学機械。

【請求項 13】 前記第 2 のガスを蓄積保持する保持手段を更に備えたことを特徴とする請求項 1～請求項 12 のうちいずれか一項に記載の光学機械。

【請求項 14】 請求項 1～請求項 13 のうちいずれか一項に記載の光学機械を有し、マスクのパターンを基板上に転写するために、前記照明光を射出する

光源内、及び前記光源と前記基板との間に配置される複数の光学素子の少なくとも一部が前記気密室に収納されることを特徴とする露光装置。

【請求項 15】 前記気密室は、前記光源内の第 1 気密室と、前記光源と前記マスクとの間に配置される少なくとも 1 つの光学素子が収納される第 2 気密室と、前記マスクと前記基板との間に配置される少なくとも 1 つの光学素子が収納される第 3 気密室とを有することを特徴とする請求項 14 に記載の露光装置。

【請求項 16】 前記気密室の少なくとも一部が収納される筐体、又は前記気密室を介して前記第 1 のガスを回収する回収装置を更に備えたことを特徴とする請求項 14 又は請求項 15 に記載の露光装置。

【請求項 17】 前記第 2 のガスは化学的に清浄な乾燥空気であることを特徴とする請求項 14 ～請求項 16 のうちいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 18】 前記気密室内での前記第 1 のガス、又は酸素の濃度を検出するセンサと、前記センサの出力に基づいて前記光源を制御する発光制御装置とを更に備えたことを特徴とする請求項 14 に記載の露光装置。

【請求項 19】 前記センサは前記酸素の濃度を検出し、前記発光制御装置は、前記酸素の濃度が所定値以下となるまで前記光源からの前記照明光の出射を禁止することを特徴とする請求項 18 に記載の露光装置。

【請求項 20】 前記気密室は前記照明光の光路中に複数配置されるとともに、前記複数の気密室にそれぞれ前記センサが設けられ、前記複数のセンサが前記光源の制御に用いられることを特徴とする請求項 18 又は請求項 19 に記載の露光装置。

【請求項 21】 前記照明光が照射される前記マスクのパターンの少なくとも一部を前記基板上に投影する投影光学系を更に備え、前記複数の気密室は、前記光源内の第 1 気密室、前記照明光を前記マスクに照射する照明光学系の少なくとも一部が収容される第 2 気密室、前記投影光学系の少なくとも一部が収容される第 3 気密室、及び前記光源と前記照明光学系との間に配置される伝送系の少なくとも一部が収容される第 4 気密室の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 20 に記載の露光装置。

【請求項 22】 前記照明光を前記マスクに照射する照明光学系は少なくとも

も 2 つの気密室に分離して配置され、前記少なくとも 2 つの気密室にそれぞれ前記センサが設けられていることを特徴とする請求項 14～請求項 21 のうちいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 23】 前記気密室内を前記第 1 のガスとは組成の異なる第 2 のガスで置換する第 2 パージ機構を更に備え、前記光源からの前記照明光の出射が中断、又は停止されたときは、前記気密室内を前記第 2 のガスで置換することを特徴とする請求項 14～請求項 22 のうちいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 24】 前記気密室の少なくとも一部が収容される筐体に接続される排気装置を更に備え、少なくとも前記第 2 のガスの供給時は前記排気装置を開放することを特徴とする請求項 23 に記載の露光装置。

【請求項 25】 前記筐体内の環境を検出する環境センサを更に備え、前記環境センサの出力が前記排気装置の制御に用いられることを特徴とする請求項 24 に記載の露光装置。

【請求項 26】 前記筐体は、前記光源の少なくとも一部、又は前記マスクを介して前記照明光で前記基板を露光する露光装置本体の少なくとも一部が収納されるチャンバであることを特徴とする請求項 24 又は請求項 25 に記載の露光装置。

【請求項 27】 マスクのパターンを基板上に転写する露光装置に用いられるレーザ光源において、

前記露光装置に接続されてその稼働中に供給される第 1 のガスとは組成の異なる第 2 のガスを保存するタンクと、

前記露光装置との分離時に前記第 2 のガスをその内部に導入する配管とを備えたことを特徴とするレーザ光源。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、内部に各種の光学素子を収納する光学機械、及び、例えば半導体素子、液晶表示素子、撮像素子、薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイスを製造する際のフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置、及びその露光装置に使用

されるレーザ光源に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

この種の露光装置としては、1つ又は複数の筐体内に、例えば所定の波長の露光光を出射する光源と、その露光光をマスク上に照射する照明光学系と、その照明光学系の照明に基づいてマスク上に形成された回路パターンを基板上に投影する投影光学系とを備えたものが知られている。これらの光源、照明光学系、及び投影光学系内には、それぞれ複数のレンズ、ミラー、フィルタ等の光学素子が鏡筒内に収納された状態で保持されている。

【0003】

前記露光装置内は、露光時における環境条件を一定にするために、所定の温度、湿度が保たれるように空調されている。一方、露光装置の使用環境であるマイクロデバイス工場のクリーンルーム内の空気中には、微量ではあるが有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の汚染物質が含まれている。これらの物質が露光装置、そして鏡筒内に侵入すると、前記光学素子の表面に付着して曇りが生じることになる。このような曇りの発生を防止するために、前記鏡筒内を前記汚染物質を取り除いた空気等でパージする機構を備えた露光装置も知られている。

【0004】

ところで、近年の半導体装置の高度集積化の流れの中で、露光装置に対する高解像度化の要求がますます強まってきている。このような要求に対応して、前記露光光が、例えば従来広く用いられていたg線( $\lambda = 436\text{ nm}$ )から、例えばi線( $\lambda = 365\text{ nm}$ )、KrFエキシマレーザ( $\lambda = 248\text{ nm}$ )、さらにArFエキシマレーザ( $\lambda = 193\text{ nm}$ )、F<sub>2</sub>エキシマレーザ( $\lambda = 157\text{ nm}$ )へと短波長化する傾向にある。この中で、露光光にKrFエキシマレーザを用いた露光装置では、鏡筒内の水分が新たな光学素子の曇りを誘発することがあるため、さらに水分を所定量以下に抑えた空気等で鏡筒内をパージするようになっている。

【0005】

また、ArFエキシマレーザ以下の波長の露光光では、その露光光のエネルギー



一分布と空気中の酸素の吸収スペクトルと重なり部分が大きくなる。このような極短波長の露光光においては、酸素存在下を通過させると酸素により吸収されて、そのエネルギー量が大きく減衰するとともに光化学反応によりオゾンが発生する。このため、前記極短波長の露光光を用いる露光装置では、基板上における安定した露光エネルギー量を確保するとともに前記光学素子の曇りなどを抑制すべく、鏡筒内を、例えば窒素ガスでパージするようになっている。そして、前記鏡筒にはマイクロデバイス工場の排気ダクトに接続されおり、その鏡筒内の雰囲気ガスとして使用された窒素ガスが工場外に排出されるようになっている。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、露光装置のメンテナンス時、マスク又はウェハの交換時等には、露光装置の筐体（露光装置本体を収納する本体チャンバ、レーザ光源を収納するレーザチャンバなど）等に設けられた扉等を開放して行う必要がある。ここで、前記極短波長の露光光を用いる露光装置において、従来の技術のように、単に鏡筒内を窒素ガスで置換する構成とすれば、前記鏡筒の気密性が低下していたりすると、鏡筒内から窒素ガスが漏れ出して筐体（チャンバ）、ひいてはクリーンルーム内に放出されるおそれがある。

#### 【0007】

また、例えば前記排気ダクトに何らかの不具合が生じ、その排気能力が低下しているような場合には、本来工場外に排出されるべき窒素ガスが露光装置の筐体内に逆流し、さらにクリーンルーム内に漏出するおそれがある。これらのような事態が生じると、クリーンルーム内における作業環境が悪化して、作業者の安全上問題を生じるおそれがあるという問題があった。

#### 【0008】

一方、停電や長期にわたる運転停止時等において、露光装置及び排気ダクトへの電力供給が遮断されると、鏡筒内にパージガスを供給する機構も停止されることがある。このような状態においては、クリーンルーム内の空気中に含まれる前記汚染物質の鏡筒内への侵入を阻止することができず、光学素子に曇りが生じてしまうことがあるという問題があった。

## 【0009】

本発明は、このような従来の技術に存在する問題点に着目してなされたものである。その目的としては、露光装置のメンテナンス時や運搬時、露光装置及び排気装置の異常時等における作業者の安全を確保可能な光学機械及び露光装置並びにレーザ光源を提供することにある。その他の目的としては、露光装置及び排気装置の運転停止時等における光学素子の曇りの発生を抑制可能な光学機械及び露光装置並びにレーザ光源を提供することにある。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、光学機械に係る本願請求項1の発明は、照明光を透過又は反射する光学素子と、その光学素子を収納する気密室とを備えた光学機械において、前記気密室内を第1のガスで置換する第1パージ機構と、前記気密室内を前記第1のガスとは異なる組成の第2のガスで置換する第2パージ機構と、前記光学機械の稼働状態を検出する稼働状態検出機構と、その稼働状態検出機構の検出結果に基づいて、前記第1パージ機構又は前記第2パージ機構と、前記気密室との接続状態を切り換える制御装置と、を備えたことを特徴とするものである。

## 【0011】

このため、本願請求項1の発明においては、稼働状態検出機構の検出結果に基づいて、その稼働状態に適したパージガスが選択され気密室内に供給される。

また、本願請求項2の発明は、前記請求項1に記載の発明において、前記照明光を出射する光源を更に備えたことを特徴とするものである。

## 【0012】

このため、本願請求項2の発明においては、前記請求項1に記載の発明の作用に加えて、光源を備えた光学機械においても、その稼働状態に適したパージガスが選択され気密室内に供給される。

## 【0013】

また、本願請求項3の発明は、前記請求項2に記載の発明において、前記光源がエキシマレーザ光を出射するエキシマレーザ光源からなることを特徴とするものである。

のである。

【0014】

このため、本願請求項3の発明においては、前記請求項2に記載の発明の作用に加えて、エネルギーが高くより光学素子の曇りの発生しやすく、使用するパージガスの条件が厳しいエキシマレーザ光が入射する光学機械において好適な構成となる。

【0015】

また、本願請求項4の発明は、前記請求項1～請求項3のうちいずれか一項に記載の発明において、前記照明光をマスクに照射する照明光学系を更に備え、前記照明光学系の少なくとも一部を前記気密室内に収納し、その照明光学系からの照明光の照射により前記マスクのパターンを基板上に転写することを特徴とするものである。

【0016】

このため、本願請求項4の発明においては、前記請求項1～請求項3のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、照明光学系からマスク上に照射される照明光における強度の経時変化が抑制され、より精確なマスクのパターンの転写が可能となる。

【0017】

また、本願請求項5の発明は、前記請求項1～請求項4のうちいずれか一項に記載の発明において、マスク上に形成されるパターンの少なくとも一部を基板上に投影する投影光学系を更に備え、前記マスクのパターンをその投影光学系を介して前記基板上に転写することを特徴とするものである。

【0018】

このため、本願請求項5の発明においては、前記請求項1～請求項4のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、パターンの像における光強度の経時変化が抑制され、より精確なマスクのパターンの転写が可能となる。

【0019】

また、本願請求項6の発明は、前記請求項1～請求項5のうちいずれか一項に記載の発明において、前記第1のガスは不活性ガスであり、前記第2のガスは酸

素又は酸素を少なくとも大気と同等の濃度で含む混合ガスであることを特徴とするものである。

【0020】

このため、本願請求項6の発明においては、前記請求項1～請求項5のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、通常の露光時には不活性ガスを前記気密室内に供給することにより、気密室内の汚染物質、酸素が排除され、光学素子の曇りの発生が抑制される。一方、光学機械のメンテナンス時、異常時等には、酸素を含むパージガスを気密室内に供給することにより、その気密室の気密性が低下していても作業者の安全が確保される。

【0021】

また、本願請求項7の発明は、前記請求項1～請求項6のうちいずれか一項に記載の発明において、前記第1のガス及び第2のガスの流路にそれらのガス中に含まれる不純物を除去するための清浄装置を設けたことを特徴とするものである。

【0022】

このため、本願請求項7の発明においては、前記請求項1～請求項6のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、気密室内に供給されるパージガスが常に清浄に保たれて、光学素子における曇りの発生が抑制される。

【0023】

また、本願請求項8の発明は、前記請求項1～請求項7のうちいずれか一項に記載の発明において、前記稼働状態検出機構は、前記気密室を収納する筐体内又は光学機械が設置された環境における所定のガスの濃度を検出する環境監視手段を備え、前記制御装置はその環境監視手段の検出結果に基づいて前記所定のガスの濃度が所定値を下回ったときには、前記気密室に接続されるパージ機構を第1パージ機構から第2パージ機構に切り換えることを特徴とするものである。

【0024】

このため、本願請求項8の発明においては、前記請求項1～請求項7のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、前記環境監視手段として、例えば酸素の濃度を検出する酸素センサを備えることにより、筐体内又はその光学機械が設

置されるクリーンルーム内の酸素濃度を管理することが可能となる。これにより、作業者の安全の確保が容易になる

また、本願請求項 9 の発明は、前記請求項 1～請求項 8 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記気密室を排気装置に接続し、前記稼働状態検出機構は、前記排気装置の排気能力を検出する排気監視手段を備え、前記制御装置はその排気監視手段の検出結果に基づいて前記排気能力が所定値を下回ったときには、前記気密室に接続されるパージ機構を第 1 パージ機構から第 2 パージ機構に切り換えることを特徴とするものである。

#### 【0025】

このため、本願請求項 9 の発明においては、前記請求項 1～請求項 8 のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、排気装置の稼働状態を検出することができる。これにより、排気装置に異常が生じている場合には、第 1 のガスの使用を中止することにより、作業者の安全が確保される。

#### 【0026】

また、本願請求項 10 の発明は、前記請求項 1～請求項 9 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記稼働状態検出機構及び前記制御装置の少なくとも一方が停止された状態では、前記気密室に接続されるパージ機構を第 1 パージ機構から第 2 パージ機構に切り換えることを特徴とするものである。

#### 【0027】

このため、本願請求項 10 の発明では、前記請求項 1～請求項 9 のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、光学機械の停止状態において、第 1 のガスの使用を中止することにより、作業者の安全が確保される。

#### 【0028】

また、本願請求項 11 の発明は、前記請求項 1～請求項 10 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記制御装置は、前記照明光を使用する動作時には前記第 1 パージ機構を前記気密室に接続し、前記第 1 のガスの使用条件を満たさない時には前記気密室に前記第 2 パージ機構を接続することを特徴とするものである。

#### 【0029】

このため、本願請求項 11 の発明においては、前記請求項 1 ～請求項 10 のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、通常の動作時には前記気密室内に第 1 のガスが供給される。この一方で、光学機械のメンテナンス時、異常時等には前記気密室内に第 2 のガスが供給される。

【0030】

また、本願請求項 12 の発明は、前記請求項 11 に記載の発明において、前記気密室の少なくとも一部が収納される筐体の一部が開放される状態、又は前記光学機械の電源がオフになる状態、もしくは前記光学機械の運搬、組立、又は調整中では、前記第 2 パージ機構が気密室に接続されることを特徴とするものである。

【0031】

このため、本願請求項 12 の発明においては、前記請求項 11 に記載の発明の作用に加えて、光学機械のメンテナンス時、マスク、基板等の交換時、停止時、運搬時、組立時、調整時には、気密室内に第 2 のガスが供給され、作業者の安全が確保される。

【0032】

また、本願請求項 13 の発明は、前記請求項 1 ～請求項 12 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記第 2 のガスを蓄積保持する保持手段を更に備えたことを特徴とするものである。

【0033】

このため、本願請求項 13 の発明では、前記請求項 1 ～請求項 12 のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、光学機械の、例えば運搬時、組立時の他、工場のユーティリティープラントから第 2 のガスの供給を受けられないような場合においても、前記気密室内を第 2 のガスでパージすることができる。

【0034】

また、露光装置に係る本願請求項 14 の発明は、前記請求項 1 ～請求項 13 のうちいずれか一項に記載の光学機械を有し、マスクのパターンを基板上に転写するために、前記照明光を射出する光源内、及び前記光源と前記基板との間に配置される複数の光学素子の少なくとも一部が前記気密室に収納されることを特徴と

するものである。

【0035】

このため、本願請求項14の発明では、前記請求項1～請求項13のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、露光装置の光学素子を収容する気密室内の汚染物質を排除することができ、その光学素子における曇りの発生が抑制される。これにより、マスクのパターンを基板上に転写する際において、その転写動作の精度及び効率の低下を回避することができる。また、マスク及び基板の交換時、メンテナンス時等における安全な作業環境が確保される。

【0036】

また、本願請求項15の発明は、前記請求項14に記載の発明において、前記気密室は、前記光源内の第1気密室と、前記光源と前記マスクとの間に配置される少なくとも1つの光学素子が収納される第2気密室と、前記マスクと前記基板との間に配置される少なくとも1つの光学素子が収納される第3気密室とを有することを特徴とするものである。

【0037】

このため、本願請求項15の発明においては、前記請求項14に記載の発明の作用に加えて、光源内、その光源とマスクとの間、マスクと基板との間の配置された各光学素子の曇りの発生を抑制することができる。

【0038】

また、本願請求項16の発明は、前記請求項14又は請求項15に記載の発明において、前記気密室の少なくとも一部が収納される筐体、又は前記気密室を介して前記第1のガスを回収する回収装置を更に備えたことを特徴とするものである。

【0039】

このため、本願請求項16の発明においては、前記請求項14又は請求項15に記載の発明の作用に加えて、気密室に供給された第1のガスは回収装置を介して回収される。そして、回収された第1のガスを再利用することができ、露光装置のランニングコストを削減することができる。

【0040】

また、本願請求項 17 の発明は、前記請求項 14 ～請求項 16 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記第 2 のガスは化学的に清浄な乾燥空気であることを特徴とするものである。

【0041】

このため、本願請求項 17 の発明においては、前記請求項 14 ～請求項 16 のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、気密室内が照明光が通過しない状態では化学的に清浄な乾燥空気でパージされる。これにより、各光学素子の表面への汚染物質の体積が阻止されるとともに、安全な作業環境が確保される。

【0042】

また、本願請求項 18 の発明は、前記請求項 14 に記載の発明において、前記気密室内での前記第 1 のガス、又は酸素の濃度を検出するセンサと、前記センサの出力に基づいて前記光源を制御する発光制御装置とを更に備えたことを特徴とするものである。

【0043】

このため、本願請求項 18 の発明においては、前記請求項 14 に記載の発明の作用に加えて、前記気密室内における第 1 のガス又は酸素の濃度に応じて、例えば照明光の出射等の光源の状態を制御することができる。

【0044】

また、本願請求項 19 の発明は、前記請求項 18 に記載の発明において、前記センサは前記酸素の濃度を検出し、前記発光制御装置は、前記酸素の濃度が所定値以下となるまで前記光源からの前記照明光の出射を禁止することを特徴とするものである。

【0045】

このため、本願請求項 19 の発明では、前記請求項 18 に記載の発明の作用に加えて、例えば前記気密室内のパージガスを酸素を含む第 2 のガスから、不活性ガスからなる第 1 のガスに切り換える場合において、前記気密室内が前記第 1 のガスにより十分にパージされるまで、光源からの照明光の出射が禁止される。

【0046】

また、本願請求項 20 の発明は、前記請求項 18 又は請求項 19 に記載の発明



において、前記気密室は前記照明光の光路中に複数配置されるとともに、前記複数の気密室にそれぞれ前記センサが設けられ、前記複数のセンサが前記光源の制御に用いられることを特徴とするものである。

【0047】

このため、本願請求項20の発明においては、前記請求項18又は請求項19に記載の発明の作用に加えて、各気密室内における、例えば酸素の濃度に応じて、例えば照明光の出射等の光源の状態を制御することができる。

【0048】

また、本願請求項21の発明は、前記請求項20に記載の発明において、前記照明光が照射される前記マスクのパターンの少なくとも一部を前記基板上に投影する投影光学系を更に備え、前記複数の気密室は、前記光源内の第1気密室、前記照明光を前記マスクに照射する照明光学系の少なくとも一部が収容される第2気密室、前記投影光学系の少なくとも一部が収容される第3気密室、及び前記光源と前記照明光学系との間に配置される伝送系の少なくとも一部が収容される第4気密室内の少なくとも1つを含むことを特徴とするものである。

【0049】

このため、本願請求項21の発明においては、前記請求項20に記載の発明の作用に加えて、光源内の光学素子、投影光学系の少なくとも一部、投影光学系の少なくとも一部、及び伝送系の少なくとも一部をそれぞれユニット化することができる。

【0050】

また、本願請求項22の発明は、前記請求項14～請求項21のうちいずれか一項に記載の発明において、前記照明光を前記マスクに照射する照明光学系は少なくとも2つの気密室内に分離して配置され、前記少なくとも2つの気密室内にそれぞれ前記センサが設けられていることを特徴とするものである。

【0051】

このため、本願請求項22の発明においては、前記請求項14～請求項21のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、例えばレチクルブラインド等の可動部分を含む照明光学系を、その可動部分の前後において少なくとも2つの気

密室に分離配置することができる。

【0052】

また、本願請求項23の発明は、前記請求項14～請求項22のうちいずれか一項に記載の発明において、前記気密室内を前記第1のガスとは組成の異なる第2のガスで置換する第2パージ機構を更に備え、前記光源からの前記照明光の出射が中断、又は停止されたときは、前記気密室内を前記第2のガスで置換することを特徴とするものである。

【0053】

このため、本願請求項23の発明においては、前記請求項14～請求項22のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、例えば停電、長期停止あるいはメンテナンス等で、光源からの照明光の出射が中断又は停止された時に、前記気密室からの前記第1のガスが放出されたりすることがない。また、前記気密室は第2のガスでパージされているため、汚染物質が光学素子上に堆積することがない。

【0054】

また、本願請求項24の発明は、前記請求項23に記載の発明において、前記気密室の少なくとも一部が収容される筐体に接続される排気装置を更に備え、少なくとも前記第2のガスの供給時は前記排気装置を開放することを特徴とするものである。

【0055】

このため、本願請求項24の発明においては、前記請求項23に記載の発明の作用に加えて、例えばメンテナンス等のために、前記気密室内のパージガスが第2のガスに切り換えられたときには、排気装置が開放されて、気密室内及び筐体内に残存する第1のガスが筐体外に排出される。

【0056】

また、本願請求項25の発明は、前記請求項24に記載の発明において、前記筐体内の環境を検出する環境センサを更に備え、前記環境センサの出力が前記排気装置の制御に用いられることを特徴とするものである。

【0057】

このため、本願請求項 25 の発明においては、前記請求項 24 に記載の発明の作用に加えて、前記筐体内における、例えば酸素の濃度等の環境の状態に応じて、例えば照明光の出射等の光源の状態を制御することができる。

【0058】

また、本願請求項 26 の発明は、前記請求項 24 又は請求項 25 に記載の発明において、前記筐体は、前記光源の少なくとも一部、又は前記マスクを介して前記照明光で前記基板を露光する露光装置本体の少なくとも一部が収納されるチャンバであることを特徴とするものである。

【0059】

このため、本願請求項 26 の発明においては、前記請求項 24 又は請求項 25 に記載の発明の作用に加えて、前記各気密室がその外側を更にチャンバで覆った状態となる。これにより、各気密室内のパージガスが直接的に、クリーンルーム等の露光装置の設置環境に放出されることがないとともに、前記設置環境の外気が直接前記各鏡筒に接触することがない。

【0060】

また、レーザ光源に係る本願請求項 27 の発明は、マスクのパターンを基板上に転写する露光装置に用いられるレーザ光源において、前記露光装置に接続されてその稼働中に供給される第 1 のガスとは組成の異なる第 2 のガスを保存するタンクと、前記露光装置との分離時に前記第 2 のガスをその内部に導入する配管とを備えたことを特徴とするものである。

【0061】

このため、本願請求項 27 の発明では、レーザ光源の運搬時、露光装置との分離時においては、その内部が第 2 のガスで満たされる。これにより、レーザ光源内に配設された光学素子の表面への汚染物質の堆積が回避される。

【0062】

【発明の実施の形態】

（第 1 実施形態）

以下に、本発明の光学機械を半導体装置等のマイクロデバイスの製造プロセスで使用される露光装置本体 11、及び、その光源をなすレーザ光源としてのレー

ザ装置 12 に具体化した第 1 実施形態について図 1 に基づいて説明する。

【0063】

図 1 には、露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 の概略構成が示されている。

まず、レーザ装置 12 について、説明する。レーザ装置 12 の筐体としてのチャンバ 15 内には、第 1 気密室としての光源室 16 が区画形成されている。前記光源室 16 内には、照明光としての ArF エキシマレーザ光（以下、単に「レーザ光」という）を発振するレーザ励起部 17 が収容されている。前記光源室 16 の一端には開口 18 が形成されており、その開口 18 には光学素子としての円板状の仕切り板 19 が嵌合されている。また、前記チャンバ 15 の一側面にも、前記開口 18 に対応する形状の開口 19 が形成されている。これらの開口 18、19 にわたって光学素子としての仕切り板 20 が嵌合されている。この仕切り板 20 は、前記レーザ励起部 17 から発振されるレーザ光に対して透明な物質（石英、または蛍石など）により形成されている。なお、本実施形態では、前記チャンバ 15 は図示しない空調装置を備えており、その内部が所定の温度及び湿度に保たれるようになっているものとするが、この空調装置は必ずしもチャンバ 15 に接続しておく（又は、チャンバ 15 内に設置しておく）必要はない。

【0064】

前記レーザ励起部 17 には、このレーザ励起部 17 から出射されるレーザ光の光軸方向の両端に、対をなすように光学素子としてのフロントミラー 21 とリヤミラー 22 とが配設されている。その一对のミラー 21、22 の間には、同じく光学素子としてのレーザガスチューブ 23 が設けられている。また、前記リヤミラー 22 とレーザガスチューブ 23 との間には、プリズム、グレーチング等からなる同じく光学素子としての波長狭帯化素子 24 が配設されている。そして、前記レーザガスチューブ 23 内的一对の電極 25 間での放電に基づいて発光された光は、レーザ発振状態に達するまで、前記一对のミラー 21、22 間を往復して増幅される。この際、その光は、前記波長狭帯化素子 24 を通過することにより、その波長が所定の波長幅に狭帯化される。

【0065】

前記光源室 16 には、その内部に所定のパージガスを供給するパージガス供給

系 28 が接続されている。前記光源室 16 とパージガス供給系 28 との間の給気配管 29 中には、清浄装置としてのフィルタ 30 及び同じく清浄装置としての温調乾燥器 31 が介装されている。前記フィルタ 30 は、前記ミラー 21、22、レーザガスチューブ 23、波長狭帯化素子 24 及び仕切り板 20 等の光学素子の表面に堆積して曇り現象を生じせしめる前記パージガス中の汚染物質、例えば有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の不純物を除去する役割を担っている。また、温調乾燥器 31 は、前記パージガスの温度を所定の温度に調整するとともに、そのパージガス中に含まれる水分を例えば 5% 以下に抑える役割を担っている。

#### 【0066】

前記パージガス供給系 28 は、マイクロデバイス工場のユーティリティプラント内の第 1 タンク 32 から第 1 のガスとしての不活性ガスを供給する第 1 パージ機構としての不活性ガス供給系 33 と、同プラント内の第 2 タンク 34 から第 2 のガスとしての乾燥空気を供給する第 2 パージ機構としての乾燥空気供給系 35 とからなっている。ここで、前記不活性ガスとは、窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、水素等の中から選択された単体のガス、あるいはその混合ガスである。また、この不活性ガスは、酸素、有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の不純物が十分に除去され、化学的に清浄でかつ水分量が 5% 以下に乾燥されたものとなっている。一方、前記乾燥空気は、有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の不純物が十分に除去され、化学的に清浄でかつ水分量が 5% 以下に乾燥されたものとなっている。そして、これらの不活性ガス及び乾燥空気は、前記フィルタ 30 及び温調乾燥器 31 において再度不純物の除去及び乾燥がなされる。

#### 【0067】

前記不活性ガス供給系 33 には、外部から駆動力が供給されると開放されるノーマルクローズタイプの第 1 制御バルブ 36 が設けられている。前記乾燥空気供給系 35 には、外部から駆動力が供給されると閉止されるノーマルオープンタイプの第 2 制御バルブ 37 が設けられている。これらの第 1 及び第 2 制御バルブ 36、37 は、制御装置としての光源側制御系 38 に接続され、その光源側制御系 38 からの駆動力の供給により開閉されるようになっている。そして、前記不活

性ガス供給系 33 と乾燥空気供給系 35 とは、前記第 1 及び第 2 制御バルブ 36、37 の下流において合流され、前記給気配管 29 に接続されている。

#### 【0068】

前記光源室 16 は、排気配管 39 を介してマイクロデバイス工場の排気装置としての排気ダクト 40 に接続されている。また、前記チャンバ 15 も同排気ダクト 40 に接続されている。これにより、前記光源室 16 内に供給された不活性ガス及び乾燥空気は、前記排気ダクト 40 を介して、工場の外部に排出されるようになっている。また、前記チャンバ 15 の出口 15a の付近には、前記排気ダクト 40 の排気能力を検出する排気監視手段としての排気量モニタ 41 が設けられている。この排気量モニタ 41 における検出信号は、前記光源側制御系 38 に入力されるようになっている。

#### 【0069】

また、前記チャンバ 15 には、その内部の所定のガスとしての酸素の濃度を検出する環境監視手段としての酸素センサ 42 が設けられている。この酸素センサ 42 における検出信号は、前記光源側制御系 38 に入力されるようになっている。

#### 【0070】

次に、前記露光装置本体 11 について説明する。露光装置本体 11 の筐体としてのチャンバ 45 内には、第 2 気密室としての第 1 鏡筒 46 と、レチクルステージ 47 と、第 3 気密室としての第 2 鏡筒 48 とウエハステージ 49 とが、前記レーザ装置 12 から出射されたレーザ光の光軸方向に連続するように配置されている。前記レチクルステージ 47 は、所定のパターンの形成されたマスクとしてのレチクル R を前記レーザ光の光軸と直交するように保持するためのものである。また、前記ウエハステージ 49 は、前記レーザ光に対して感光性を有するフォトリソグが塗布された基板としてウエハ W を、前記レーザ光の光軸と直交する面内において移動可能に、かつその光軸に沿って微動可能に保持するためのものである。

#### 【0071】

前記第 1 鏡筒 46 内には、前記レチクル R を照明するための照明光学系 50 が

収容されている。この照明光学系 50 は、複数のミラー 51、オブティカルインテグレータ（本実施形態ではフライアイレンズであるがロッドインテグレータでもよい）52、リレー光学系 53、コンデンサレンズ 54 等の光学素子からなっている。前記リレー光学系 53 の後方には、本実施形態の光学素子としての前記レーザ光の形状を整形するためのレチクルブラインド（視野絞り）55 が配置されている。また、前記第 1 鏡筒 46 の両端における開口部 56 には、光学素子としての円板状をなす前方仕切り板 57 及び後方仕切り板 58 が嵌合されている。この前方仕切り板 57 と、前記レーザ装置 12 の光源室 16 に一端の仕切り板 20 との間には、接続筒 59 が嵌合されている。そして、この接続筒 59 を介して、第 1 鏡筒 46 内に入射したレーザ光は、前記ミラー 51 により前記レーザ光を第 1 鏡筒 46 の形状に応じて折り曲げられるとともに、前記フライアイレンズ 52 の後方面において前記レチクル R を均一な照度分布で照明する多数の二次光源に変換される。

#### 【0072】

前記接続筒 59 内には、レーザ装置 12 から射出されるレーザ光を照明光学系 50 に導くために、伝送系の少なくとも一部を構成するビーム・マッチング・ユニット（BMU）67 が配置されている。この BMU 67 は、レーザ装置 12 から射出されるレーザ光と照明光学系 50 の光軸との位置関係を調整するものであり、複数の光学素子からなり、例えば少なくとも 1 つの光学素子（ミラーなど）を駆動してレーザ光をシフトさせるものである。なお、本実施形態では、接続筒 59 も気密室の 1 つであり、接続筒 59 は第 4 気密室に相当する。

#### 【0073】

また、本実施形態では露光装置本体 11 と同じ床下にレーザ装置 12 が配置されているが、例えばその床下のユーティリティフロアにレーザ装置 12 を配置してもよい。この場合でも、レーザ装置 12 と露光装置本体 11（照明光学系 50）との間に配置される伝送系を接続筒 59 内に配置して、その全光路を不活性ガス雰囲気とする。

#### 【0074】

前記第 2 鏡筒 48 内には、前記照明光学系 50 によって照明されるレチクル R

のパターンの像を前記ウエハW上に投影するための投影光学系60が收容されている。この投影光学系60は、複数の光学素子としてのレンズ61からなっている。前記第2鏡筒48の両端の開口部62には、光学素子としての円板状をなす仕切り板63が嵌合されている。

## 【0075】

なお、投影光学系60の両端にはそれぞれ収差（例えばディストーション、球面収差、コマ収差など）、特にその非回転対称成分を補正する収差補正板（石英、又は螢石などからなる、例えば表面に微小な凹凸が形成される平行平面板）が光学素子の1つとして設けられているが、この収差補正板を仕切り板63として代用してもよい。また、投影光学系60のウエハ側には、レーザ光の照射によってレジストから発生する飛散粒子がウエハWに最も近い光学素子に付着するのを防止する汚染防止板（平行平面板など）が交換可能に設けられることがあるので、この汚染防止板を仕切り板として代用してもよい。

## 【0076】

前記ウエハステージ49の近傍には、そのウエハステージ49上に載置されるウエハWを交換するためのウエハローダ64が配設されている。前記チャンバ45には、その壁面の前記ウエハローダ64の近傍において、開閉自在なウエハ交換扉65が設けられている。このウエハ交換扉65を開閉して、ウエハステージ49上に載置されたウエハWの交換を行うようになっている。

## 【0077】

例えば、露光装置本体11とコータ・ディベロッパとがインライン接続されているときは、交換扉65を介してウエハローダ64によって両装置間でウエハWの搬送が行われ、複数枚のウエハが收容されるカセットをチャンバ45内の所定位置に配置する。この場合、ウエハローダ64によってウエハステージ49とカセットとの間でウエハWの搬送が行われるとともに、交換扉65を介してオペレータ、又はカセットの移載機構を有する搬送車によってそのカセットの交換が行われる。

## 【0078】

また、前記チャンバ45には、その壁面の前記レチクルステージ47の近傍に



において、開閉自在なレチクル交換扉 66 が設けられている。このレチクル交換扉 66 を開閉して、レチクルステージ 47 上に載置されたレチクル R の交換を行うようになっている。図示していないが、本実施形態ではレチクルステージ 47 とレチクル R を収納するカセット（正確には複数のカセットが装着されるレチクルライブラリ）との間にレチクルローダが配置されており、交換扉 65 を介してそのカセットの着脱、又は交換などが行われる。

## 【0079】

なお、本実施形態ではチャンバ 45 内にウエハローダ 64、及びレチクルローダを配置するものとしたがウエハローダ 64 とレチクルローダとをそれぞれ露光装置本体 11 を収納するチャンバ 45 とは別の筐体内に配置してもよい。この場合、ローダを収納する筐体内の圧力よりもチャンバ 45 内の圧力を高く設定するので、チャンバ 45 内の不活性ガス（パージガス）がローダ用の筐体内に流入し得る。このため、チャンバ 45 に排気ダクト 40 を接続するのと同様に、ローダ用の筐体に排気ダクトを設けておくことが望ましく、さらにはその筐体内の不活性ガス、又は酸素の濃度を検出するセンサを設けるようにしてもよい。または、チャンバ 45 とローダ用の筐体との接続部に交換扉 65、66 を設けておくことが望ましい。

## 【0080】

前記接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 には、前記レーザ装置 12 内のパージガス供給系 28 と同様の構成のパージガス供給系 69 が接続されている。すなわち、このパージガス供給系 69 も、前記第 1 タンク 32 から不活性ガスを供給する不活性ガス供給系 33 と、前記第 2 タンク 34 から乾燥空気を供給する乾燥空気供給系 35 とからなっている。そして、前記不活性ガス供給系 33 には前記第 1 制御バルブ 36 が、前記乾燥空気供給系 35 には前記第 2 制御バルブ 37 が設けられている。

## 【0081】

ここで、この前記パージガス供給系 69 では、前記給気配管 29 がフィルタ 30 及び温調乾燥器 31 の下流において、前記接続筒 59 に向かう給気配管 70 と、前記第 1 鏡筒 46 に向かう給気配管 71 と、前記第 2 鏡筒 48 に向かう給気配

管 72 とに分割されている。また、このパージガス供給系 69 内には、前記光源側制御系 38 に対応する制御装置として露光装置側制御系 73 が設けられている。

#### 【0082】

前記接続筒 59 は排気配管 74 を、前記第 1 鏡筒 46 は排気配管 75 を、前記第 2 鏡筒 48 は排気配管 76 を、それぞれ介して前記排気ダクト 40 に接続されている。これにより、前記接続筒 59、前記第 1 鏡筒 46、及び前記第 2 鏡筒 48 内に供給された不活性ガス及び乾燥空気は、チャンバ 45 内に漏れ出すその一部も含めて前記排気ダクト 40 を介して工場の外部に排出されるようになっている。また、前記チャンバ 45 の出口 45a の付近には、前記排気ダクト 40 の排気能力を検出する排気監視手段としての排気量モニタ 77 が設けられている。この排気量モニタ 77 における検出信号は、前記露光装置側制御系 73 に入力されるようになっている。

#### 【0083】

また、前記チャンバ 45 には、その内部において、それぞれ、所定の位置、前記ウエハ交換扉 65 の近傍及び前記レチクル交換扉 66 の近傍及び照明光学系 50 のメンテナンス領域の近傍における所定のガスとしての酸素の濃度を検出する環境監視手段及び環境センサとしての内部酸素センサ 78 が設けられている。この内部酸素センサ 78 における検出信号は、前記露光装置側制御系 73 に入力されるようになっている。また、この露光制御系に 71 には、露光装置本体 11 の置かれた環境、つまりクリーンルーム内の酸素の濃度を検出する環境監視手段としての外部酸素センサ 79 が接続されている。

#### 【0084】

次に、前記パージガス供給系 28、69 におけるパージガスの切換動作及び前記露光装置本体 11 の動作について説明する。

前記レーザ装置 12 及び露光装置本体 11 への通電が停止されている状態では、前記光源側制御系 38 及び露光装置側制御系 73 に電力が供給されず、前記第 1 及び第 2 制御バルブ 36、37 にも駆動力は供給されない。このため、第 1 制御バルブ 36 は閉止状態となっている一方で、前記第 2 制御バルブ 37 は開放さ

れている。この状態では、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 には、それぞれ給気配管 29、70～72 を介して乾燥空気供給系 35 が接続された状態となる。これにより、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内には、乾燥空気が供給される。

#### 【0085】

ここで、前記レーザ装置 12 及び露光装置本体 11 に通電がなされ、前記光源側制御系 38 及び露光装置側制御系 73 に電力が供給されると、前記第 1 制御バルブ 36 に所定の駆動力（例えば電力、空気圧、油圧等）が供給され、同制御バルブ 36 が開放される。この一方で、前記第 2 制御バルブ 37 にも所定の駆動力が供給され、同制御バルブ 37 が閉止される。これにより、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 には、それぞれ給気配管 29、70～72 を介して不活性ガス供給系 33 が接続された状態に切り換えられる。これにより、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内には、不活性ガスが供給される。

#### 【0086】

この状態で、前記レーザ装置 12 からレーザ光が発振され、照明光学系 50 を介してレチクル R 上に照射される。このレーザ光の照射により、レチクル R のパターンの像が投影光学系 60 を介して、ウエハ W 上の所定のショット領域に転写される。そして、次の各ショット領域が露光領域に対応するように、ウエハ W が移動され、ウエハ W 上の全てのショット領域が露光が終了するまで、前記の露光動作が歩進的に繰り返される。

#### 【0087】

このようにして、所定枚数のウエハ W の露光が終了すると、ウエハ交換扉 65 が開放され、ウエハローダ 64 により、新たなウエハ W に交換される。この際、前記ウエハ交換扉 65 の近傍に配置された内部酸素センサ 78 により、その周囲の雰囲気ガスの酸素濃度が検出される。この検出された酸素濃度が、大気とほぼ同等（例えば 18%）以上である場合には、そのまま光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 への不活性ガスの供給が継続される。そして、新たなウエハ W 上へのレチクル R のパターンの転写が実行される。

## 【0088】

一方、前記検出された酸素濃度が、大気とほぼ同等（例えば18%）を下回る場合には、直ちに前記光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48への不活性ガスの供給が停止され、乾燥空気の供給に切り換えられる。すなわち、前記光源側制御系38及び露光装置側制御系73から前記第1制御バルブ36及び前記第2制御バルブ37への駆動力の供給が停止される。これにより、第1制御バルブ36が閉止されるとともに、第2制御バルブ37が開放され、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46及び第2鏡筒48へは化学的に清浄な乾燥空気が供給されるようになる。そして、前記レーザ装置12におけるレーザ励起部17内の電極25への電力印加が停止され、レーザ光の発振が停止される。

## 【0089】

また、レチクルRを交換するために、レチクル交換扉66が開放されたときにも、同様に前記レチクル交換扉66の近傍に配置された内部酸素センサ78により、その周囲の雰囲気ガスの酸素濃度が検出される。そして、この検出された酸素濃度に基づいて、前記と同様にパージガス及びレーザ光の発振の有無の選択がなされるようになっている。

## 【0090】

このような不活性ガスから乾燥空気への切り換え及びレーザ光の発振の停止は、レーザ装置12内の酸素センサ42、露光装置本体11内の内部酸素センサ78及びクリーンルーム内の外部酸素センサ79のいずれかで、その周囲の雰囲気ガスの酸素濃度が、例えば18%を下回っていると検出されたときにも実行される。また、この切り換え動作は、露光装置本体11及びレーザ装置12の内部のメンテナンスを行うために、それらのチャンバ15、45の一部が開放されたときにも実行される。さらに、前記排気量モニタ41、77において、排気ダクト40の排気量が所定値を下回った場合にも、チャンバ15、45内への不活性ガスの逆流を未然に防ぐために、前記切り換え動作が実行される。

## 【0091】

従って、本実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

(イ) 本実施形態の露光装置本体11では、そのチャンバ45内の各所にお

ける酸素濃度を検出するための複数の内部酸素センサ 78 が配設されている。また、レーザ装置 12 にも、そのチャンバ 15 内の酸素濃度を検出するための酸素センサ 42 が配設されている。さらに、その露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 が設置されるクリーンルーム内の酸素濃度を検出するための外部酸素センサ 79 も設けられている。そして、これらの酸素センサ 42、78、79 により検出されたその周囲の雰囲気ガス中の酸素濃度が、大気とほぼ同等の所定の酸素濃度を超えている場合には、光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内に不活性ガスが供給され、パージされるようになっている。

#### 【0092】

このため、それぞれ複数の光学素子を内部に収容する前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内への有機ケイ素化合物、アンモニウム塩等の汚染物質の侵入が阻止される。従って、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内の各光学素子の表面への前記汚染物質の堆積による曇りの発生を抑制することができる。

#### 【0093】

そして、これらの曇りなどの発生が抑制されることで、レチクル R 上及びウエハ W 上におけるレーザ光強度の経時的な低下、即ち照明光学系 50 及び投影光学系 60 の光学特性（例えば透過率、収差、倍率など）の変動、更にはレチクル R 及びウエハ W 上におけるレーザ光の照射領域内での照度分布の変化を回避あるいは大幅に低減することができる。従って、前記レチクル R のパターンを、常に精確にウエハ W 上に転写することができ、露光装置のスループットも高く維持することができる。

#### 【0094】

しかも、前記レーザ光の酸素による吸収も低減されるため、レチクル R 上及びウエハ W 上におけるレーザ光の強度が大きく減衰されることがない。従って、前記レチクル R のパターンの精確かつ効率的なウエハ W 上への転写が可能となる。

#### 【0095】

(ロ) 本実施形態の露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 では、前記酸素センサ 42、78、79 により検出されたその周囲の雰囲気ガス中の酸素濃度が、

大気とほぼ同等の所定の酸素濃度を下回っている場合には、光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内に供給されるパージガスが、不活性ガスから乾燥空気に切り換えるようになっている。

【0096】

このため、例えば前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 の気密性が低下したりしても、不活性ガスが露光装置本体 11 のチャンバ 45 内、レーザ装置 12 のチャンバ 15 内、さらにクリーンルーム内に継続して漏出することがない。従って、クリーンルーム内の作業環境の悪化を招くおそれがなく、作業者の安全を確保することができる。また、この状態においても、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内には乾燥空気が供給されているため、汚染物質の侵入を阻止することができ、各光学素子における曇りの発生を抑制することができる。特に、パージガスとして窒素よりも軽いヘリウムを使用するときには有効である。

【0097】

(ハ) 本実施形態の露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 では、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 から放出された不活性ガスを工場外に排出する排気ダクト 40 の排気量を検出する排気量モニタ 41、77 が設けられている。そして、その排気量モニタ 41、77 により検出された排気量が所定値を下回っている場合には、光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内に供給されるパージガスが、不活性ガスから乾燥空気に切り換えるようになっている。

【0098】

このため、何らかの原因で、前記排気ダクト 40 の排気能力が低下したとしても、不活性ガスが露光装置本体 11 のチャンバ 45 内、レーザ装置 12 のチャンバ 15 内、さらにクリーンルーム内に継続して逆流することがない。従って、クリーンルーム内の作業環境の悪化を招くおそれがなく、作業者の安全を確保することができる。

【0099】

(ニ) 本実施形態の露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 では、停電あるい

は長期停止等で露光装置側制御系 73 及び光源側制御系 38 への通電が停止されると、光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内には乾燥空気が自動的に供給されるようになっている。

#### 【0100】

このため、特に、長期停止等の場合、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 から、長期にわたって不活性ガスが放出されたり、各光学素子の表面上への汚染物質の堆積が許容されたりすることがない。従って、長期にわたって各光学素子における曇りの発生を抑制しつつ、作業環境の悪化を回避することができる。

#### 【0101】

(ホ) 本実施形態の露光装置本体 11 では、作業者により開閉されるウエハ交換扉 65 及びレチクル交換扉 66 の近傍、更には照明光学系 50 などのメンテナンス領域の近傍に内部酸素センサ 78 が配設されている。このため、チャンバ 45 内における作業者の接近の多い箇所の周辺の雰囲気ガスの酸素濃度を常に所定値以上に保つことができ、安全性を一層高めることができる。

#### 【0102】

(ヘ) 本実施形態の露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 では、化学的に十分に清浄で、かつ乾燥された不活性ガス及び乾燥空気が使用されている。このため、各光学素子における曇りなどの発生を、確実に抑制することができる。

#### 【0103】

(ト) 本実施形態の露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 では、パージガス供給系 28、69 内に、フィルタ 30 及び温調乾燥機 31 が設けられている。このため、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内に供給されるパージガスが、さらに清浄で、かつ乾燥されたものとなる。従って、各光学素子における曇りなどの発生を、一層確実に抑制することができる。

#### 【0104】

(チ) 本実施形態の露光装置本体 11 では、第 1 鏡筒 46 の両端の開口部 56 に前方仕切り板 57 及び後方仕切り板 58 が、第 2 鏡筒 48 の両端の開口部 62 に仕切り板 63 がそれぞれ嵌合されている。また、レーザ装置 11 では、光源

室 16 の開口 18 には仕切り板 20 が嵌合されている。

【0105】

このため、前記露光装置本体 11 とレーザ装置 12 とを切り離した状態においても、前記光源室 16、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内に収容された各光学素子が、直接外気に晒されることがない。従って、それらの各光学素子とその表面が汚染されにくい状態に保持することができる。

【0106】

(リ) 本実施形態の露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 では、前記光源室 16、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 がチャンバ 15、45 に収容されている。このため、前記光源室 16、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内の不活性ガスが直接クリーンルーム内に漏れ出すことがない。また、クリーンルーム内の外気が、直接前記光源室 16、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 に接触することがない。従って、作業環境の悪化及び光学素子への汚染物質の堆積をより確実に抑制することができる。

【0107】

(第 2 実施形態)

つぎに、本発明の第 2 実施形態について、前記第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0108】

この第 2 実施形態においては、図 2 に示すように、乾燥空気供給系 91 の構成が前記第 1 実施形態とは異なっている。すなわち、この乾燥空気供給系 91 は、乾燥空気を蓄積保持する保持手段としての乾燥空気タンク 92 を備えている。この乾燥空気タンク 92 は、露光装置本体 11 のチャンバ 45 内及びレーザ装置 12 のチャンバ 15 に着脱可能に装備されている。そして、前記第 1 実施形態と同様に、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内に乾燥空気の供給が必要となったときには、この乾燥空気タンク 92 から配管としての給気配管 29、70～72 を介して供給されるようになっている。

【0109】

従って、本実施形態によれば、前記第 1 実施形態における (イ) ～ (リ) に記



載したのとほぼ同様の効果に加えて、以下のような効果を得ることができる。

(ヌ) 本実施形態の露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 では、その内部に乾燥空気を保存するための乾燥空気タンク 92 が装備されている。このため、露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 を、マイクロデバイス工場のユーティリティ・プラントから切り離した状態においても、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内の乾燥空気によるパージを行うことができる。従って、露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 の運搬、組立時にも、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内を清浄に保つことができ、それらの内部に収容された各光学素子における曇りの発生を抑制することができる。

#### 【0110】

(ル) 本実施形態の露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 では、チャンバ 45 とチャンバ 15 とにそれぞれ独立して乾燥空気タンク 92 が装備されている。このため、前記露光装置本体 11 とレーザ装置 12 とを切り離した状態においても、前記前記光源室 16、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内の乾燥空気によるパージを行うことができる。従って、露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 を、その運搬時に便利な構成とすることができる。

#### 【0111】

#### (第 3 実施形態)

つぎに、本発明の第 3 実施形態について、前記第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

#### 【0112】

この第 3 実施形態においては、図 3 に示すように、露光装置本体 11 内に装備されたパージガス供給系 69 が、レーザ装置 12 内の光源室 16 にも給気配管 29 及び給気配管 101 を介して接続されている。そして、前記レーザ装置 12 内のパージガス供給系 28 が省略されている。この場合、レーザ装置 12 のチャンバ 15 内に配設された酸素センサ 42 及びそのチャンバ 15 の出口 15a の付近に配設された排気量モニタ 41 における検出信号は、露光装置側制御系 73 に入力されるようになっている。

#### 【0113】

また、前記レチクルステージ47を囲うようにレチクルステージ室102が形成されている。このレチクルステージ室102は、前記給気配管29から分岐された給気配管103を介して前記パージガス供給系69に接続されているとともに、排気配管104を介して前記排気ダクト40に接続されている。また、このレチクルステージ室102と前記レチクル交換扉66との間には前室105が区画形成されており、前記レチクルステージ室102と前室105とは開閉扉106を介して区画されている。前記内部酸素センサ78は、この前室105内に配設されている。なお、前室105内には前述のレチクルライブラリが配置されており、更にはレチクルローダも前室105内に配置してもよい。

#### 【0114】

さらに、前記ウエハステージ49を囲うようにウエハステージ室107が形成されている。このウエハステージ室107は、前記給気配管29から分岐された給気配管108を介して前記パージガス供給系69に接続されているとともに、排気配管109を介して前記排気ダクト40に接続されている。また、このウエハステージ室107と前記ウエハ交換扉65との間には前室110が区画形成されており、前記ウエハステージ室107と前室110とは開閉扉111を介して区画されている。前記内部酸素センサ78は、この前室110内に配設されている。また、前記ウエハローダ64は、通常はこの前室110内に位置し、ウエハ交換時など必要に応じて前記ウエハステージ室107内またはチャンバ45の外部にその一部が移動されるようになっている。

#### 【0115】

また、前記排気ダクト40内のガスを強制排気するためのブロー114の排気口には、回収装置としてのパージガス回収系115が接続されている。このパージガス回収系115の回収配管116中には、回収されたパージガス中の不純物を除去するためのフィルタ30が上流側に配置され、回収されたパージガスを乾燥するための乾燥器117が介装されている。

#### 【0116】

回収配管116は、前記乾燥器117の下流において2つに分割されている。その一方の第1回収配管118は、前記第1制御バルブ36を備えるとともに、

前記第1タンク32に接続されている。第1制御バルブ36は、前記露光装置側制御系73から駆動力が供給されたときに開放されるようになっている。つまり、この第1回収配管118を介して不活性ガスが回収されるようになっている。

【0117】

また、他方の第2回収配管119は、前記第2制御バルブ37を備えるとともに、前記第2タンク34に接続されている。第2制御バルブ37は、前記露光装置側制御系73から駆動力が供給されたときに閉止されるようになっている。つまり、この第2回収配管119を介して乾燥空気が回収されるようになっている。

【0118】

ここで、本実施形態では不活性ガスと乾燥空気とを分離してそれぞれ回収するものとしたが、不活性ガスのみを回収するだけでもよい。また、不活性ガス（パージガス）としてヘリウムを使用する場合は、パージガス回収系115内で乾燥器117よりも上流側（但し、不純物を除去するフィルタ30よりは下流側）に、例えば回収した混合ガスを断熱圧縮冷却によって液体窒素温度まで冷却する冷凍装置を配置し、ここで空気の成分を液化してパージガス（ヘリウム）から分離する。そして、冷凍装置内で気体のまま存在するヘリウムは第1回収配管118を介して再利用（リサイクル）される。一方、冷凍装置内で液化した空気の成分は不図示の回収ボンベ内で気化され、第2回収配管119を通して第2タンク34に戻される。

【0119】

なお、本実施形態では不活性ガスと乾燥空気とをそれぞれ第1タンク32と第2タンク34とに直接戻すものとしたが、第1回収配管118を回収タンクに接続してその回収されたヘリウムを一時保存する。さらに、回収タンクと第1タンク32とにそれぞれ供給配管35を接続し、その両タンクからそれぞれ供出されるヘリウムを所定の混合比で露光装置本体11やレーザ装置12に供給するようにしてもよい。この場合、両タンクからのヘリウムの供給量を開閉バルブなどで独立に調整することにより、ヘリウムの濃度を常に一定値以上に維持して供給することが可能となる。このことは、乾燥空気の回収、供給系35でも同様である

【0120】

従って、本実施形態によれば、前記第1実施形態における（イ）～（リ）に記載の効果に加えて、以下のような効果を得ることができる。

（ヲ） 本実施形態では、露光装置本体11とレーザ装置12とでは、パージガス供給系69を共有している。このため、レーザ装置12側のパージガス供給系28を省略することができて、部品点数を大幅に削減することができる。

【0121】

（ワ） 本実施形態の露光装置本体11では、レチクルRが載置されるレチクルステージ47がレチクルステージ室102内に收容されるとともに、ウェハWが載置されるウェハステージ49がウェハステージ室107内に收容されている。そして、そのレチクルステージ室102内、及び、ウェハステージ室107内をパージガスでパージすることが可能になっている。

【0122】

このため、このレチクルステージ室102及びウェハステージ室107内を、例えば不活性ガスでパージすることができ、各ステージ室102、107におけるレーザ光の減衰を抑制することができる。従って、レチクルR上のパターンの像を、一層精確でかつ効率的にウェハW上に転写することができる。

【0123】

（カ） 本実施形態の露光装置本体11では、排気ダクト40から排出されたパージガスを、不活性ガスと乾燥空気とに分けて回収するパージガス回収系115が設けられている。このため、回収されたパージガスを再利用することで、露光装置本体11及びレーザ装置12のランニングコストを削減することができる。

【0124】

（第4実施形態）

つぎに、本発明の第4実施形態について、前記第3実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0125】

この第4実施形態では、図4に示すように、パージガス供給系69における乾燥空気供給系35への乾燥空気の供給源として外気取込装置131が接続されている。この外気取込装置131は、クリーンルーム内の空気を取り込んでその空気から不純物（有機物、アンモニウム塩など）を除去するケミカルフィルタ及びHEPAフィルタと、これらのフィルタにより化学的にクリーンにされた空気の湿度を5%程度以下にする乾燥器とを有している。このように、外気取込装置131は、化学的にクリーンな乾燥空気を生成し、その乾燥空気を乾燥空気供給系35に供給する。

#### 【0126】

また、不活性ガス供給系33への不活性ガス（この場合、窒素）の供給源として窒素生成装置132が接続されている。この窒素生成装置132は、クリーンルーム内の空気を取り込んでその空気から不純物（有機物、アンモニウム塩など）を除去するケミカルフィルタ及びHEPAフィルタと、これらのフィルタにより化学的にクリーンにされた空気から窒素を抽出する抽出器とを有している。このように、窒素生成装置132、化学的にクリーンな高純度の窒素を生成し、その窒素を不活性ガス供給系33に供給する。なお、この窒素生成装置132に乾燥器を設けて、窒素の湿度を調整するようにしてもよい。

#### 【0127】

なお、本実施形態の構成は、前記第1実施形態及び第2実施形態にも適用することができる。この場合、図1及び図2に示すレーザ装置12側のパージガス供給系28においても、その乾燥空気供給系35に前記外気取込装置131が接続され、外気取込装置131から乾燥空気が供給される。そして、不活性ガス供給系33に窒素生成装置132が接続され、窒素供給装置132から供給される。ここで、特に第2実施形態に適用した場合には、乾燥空気供給系33に切換弁などを設けて、給気配管29への乾燥空気を乾燥空気タンク92と外気取込装置131とから切換可能に供給するようにしてもよい。

#### 【0128】

（変更例）

なお、本発明の実施形態は、以下のように変更してもよい。

・ 前記各実施形態において、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 内にセンサとしての気密室内酸素センサ 136 を設けてもよい。（図 4 参照、この図 4 は、前記第 4 実施形態において具体化したものを示している。）そして、前記酸素センサ 136 は、乾燥空気（第 2 のガス）でパージされている状態から、不活性ガス（第 1 のガス）でのパージに切り替わった際における前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 内に残存する酸素の濃度を検出する。前記酸素センサ 136 は、前記残存酸素濃度に関する信号を発光制御装置としての露光装置側制御系 73 に出力する。露光装置側制御系 73 は、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46 及び第 2 鏡筒 48 内の全ての残存酸素濃度が所定値（例えば 1%）以下となるまで、レーザ装置 12 に対して照明光の出射を禁止すべく制御するようにしてもよい。

#### 【0129】

このようにした場合、前記光源室 16、接続筒 59、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 内が、不活性ガスで十分にパージされる前にレーザ装置 12 から照明光が出射されるのが回避される。このため、前記残存酸素濃度が所定値以下である場合に限り照明光が照射され、その照明光のエネルギー量の減衰及びオゾンの発生を確実に抑制することができる。従って、前記照明光における安定した露光エネルギー量を確保することができる。

#### 【0130】

なお、この変更例を前記第 1 及び第 2 実施形態に具体化する場合には、前記残存酸素濃度に関する信号を、レーザ装置側制御系 38 に出力して同様の制御が実行されるようにしてもよい。

#### 【0131】

・ また、前記乾燥空気でのパージから不活性ガスでのパージへの切り換えの際における不活性ガスでのパージ開始から前記残存酸素濃度が所定値以下になるまでの所要時間を予め計測しておく。そして、前記不活性ガスでのパージ開始からこの所要時間だけ前記レーザ装置 12 に対して照明光の出射を禁止すべく制御するようにしてもよい。

#### 【0132】

・ 前記第 1 実施形態及び第 2 実施形態において、前記光源室 16、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 及び接続筒 59、更にチャンバ 15、45 と排気ダクト 40 とを断続可能に接続する。そして、前記酸素センサ 136 における前記残存酸素濃度が所定値以下である場合には前記排気ダクト 40 による不活性ガスの排気を停止し、作業員によりメンテナンス等のために手動でパージガスを不活性ガスから乾燥空気に切り換えられたときには前記排気動作を行わせるようにしてもよい。このように構成した場合、乾燥空気でのパージに切り換えられたときには、前記光源室 16、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 及び接続筒 59、更にチャンバ 15、45 の内部に不活性ガスが留まることなく工場外に排出される。従って、例えばメンテナンス時における作業員の安全確保に有効である。

【0133】

・ 前記各実施形態において、乾燥空気を、大気とほぼ同等以上の濃度の酸素を含むガス、例えば純粋な酸素、酸素と不活性ガスとの混合ガスを用いてもよい。

【0134】

・ 前記各実施形態では、排気ダクト 40 の排気能力を、排気量モニタ 41、77 により検出したが、排気ダクト 40 内のガスの流速を流速計により計測して検出してもよい。

【0135】

・ 前記第 1 実施形態及び第 2 実施形態において、露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 の接続組立後に、仕切り板 20、57 を取り外してもよい。

・ 前記第 3 実施形態及び第 4 実施形態において、露光装置本体 11 及びレーザ装置 12 の接続組立後に、仕切り板 20、57、58、63 を取り外してもよい。

【0136】

・ 前記第 1 実施形態及び第 2 実施形態において、不活性ガスと乾燥空気との切り換え動作を、露光装置本体 11 のパージガス供給系 69 とレーザ装置 12 のパージガス供給系 28 とで異なる制御を行うようにしてもよい。

【0137】

・ 前記各実施形態において、前記光源室 16、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 及び接続筒 59 の少なくとも 1 つを、複数の気密室に分割して構成してもよい。特に、レチクルブラインド 55 等の可動部分を含む照明光学系 50 を収容する前記第 1 鏡筒 46 を、その可動部分の前後で複数の気密室に分割してもよい。この場合、分割された各第 1 鏡筒 46 を、それぞれユニットとして取り扱うことができ、組付時、メンテナンス時等の作業性を向上することができる。

【0138】

・ 前記各実施形態において、前記光源室 16、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 及び接続筒 59 の少なくとも 1 つを更に気密室内に収容して、多重の気密室をなすように構成してもよい。このように構成した場合、前記光源室 16、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 及び接続筒 59 内の不活性ガスが直接チャンバ 15、45 内に漏れ出すことがない。また、クリーンルーム内の外気が、直接前記光源室 16、第 1 鏡筒 46、第 2 鏡筒 48 及び接続筒 59 に接触することがない。従って、作業環境の悪化及び光学素子への汚染物質の堆積をより確実に抑制することができる。

【0139】

・ 前記各実施形態において、前記 BMU 67 を省略してもよい。

・ 前記各実施形態では、光源を ArF エキシマレーザ光源としたが、例えば、KrF エキシマレーザ光源、F<sub>2</sub> エキシマレーザ光源、YAG レーザの高調波あるいは金属蒸気レーザの高調波を出力する光源としてもよい。

【0140】

・ 前記各実施形態において、本発明をレチクル R のパターンの像をステップ・アンド・リピート方式でウエハ W 上に転写する一括露光型の露光装置に具体化した。レチクル R とウエハ W とを同期移動させて、前記パターンの像をステップ・アンド・スキャン方式でウエハ W 上に転写する走査露光型の露光装置に具体化してもよい。さらに本発明を適用する露光装置は、ミラープロジェクション方式、又はプロキシミティ方式の露光装置に対しても本発明を適用することができる。なお、投影光学系は屈折系、反射系、及び反射屈折系のいずれであってもよいし、更には縮小系、等倍系、及び拡大系のいずれであってもよい。また、投影



光学系を使用しない露光装置であっても、レーザ光源、及び照明光学系に対して本発明を適用することができる。

【0141】

・ 前記各実施形態において、第2鏡筒48内に屈折タイプの投影光学系60を収容したが、この第2鏡筒48をさらに複数の鏡筒に分割し、それらの内部に反射屈折系の投影光学系を収容するようにしてもよい。

【0142】

・ 前記各実施形態では、本発明の露光装置本体11を半導体素子製造用の露光装置に具体化した但、例えば液晶表示素子、撮像素子、薄膜磁気ヘッド等製造用の露光装置に具体化してもよい。

【0143】

・ さらに、レチクル、又はマスクを製造するために、ガラス基板、又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV（遠紫外）光やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドーブされた石英ガラス、蛍石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。また、EUV露光装置では反射型マスクが用いられ、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク（ステンシルマスク、メンブレンマスク）が用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハなどが用いられる。

【0144】

また、ArFエキシマレーザやF<sub>2</sub>レーザの代わりに、例えばDFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム（又はエルビウムとイットリビウムの両方）がドーブされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。

【0145】

具体的には、単一波長レーザの発振波長を1.51～1.59 μmの範囲内とすると、発生波長が189～199 nmの範囲内である8倍高調波、又は発生波

長が151～159 nmの範囲内である10倍高調波が出力される。特に発振波長を1.544～1.553  $\mu\text{m}$ の範囲内とすると、193～194 nmの範囲内の8倍高調波、即ちArFエキシマレーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を1.57～1.58  $\mu\text{m}$ の範囲内とすると、157～158 nmの範囲内の10倍高調波、即ちF<sub>2</sub>レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

## 【0146】

また、発振波長を1.03～1.12  $\mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が147～160 nmの範囲内である7倍高調波が出力され、特に発振波長を1.099～1.106  $\mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が157～158  $\mu\text{m}$ の範囲内の7倍高調波、即ちF<sub>2</sub>レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。なお、単一波長発振レーザとしてはイットリビウム・ドープ・ファイバーレーザなどを用いる。

## 【0147】

ところで、複数の光学素子から構成される照明光学系、及び投影光学系を露光装置本体に組み込んで光学調整を行うとともに、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続する。さらに、光源室16、接続筒59、第1鏡筒46、及び第2鏡筒48をそれぞれバージガス供給系28、69と接続し、かつチャンバ15、45にそれぞれ排気ダクト40を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより上記実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

## 【0148】

また、半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを制作するステップ、前述の実施形態の露光装置によりレチクルのパターンをウエハに露光するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

## 【0149】

なお、前述の各実施形態では乾燥空気だけでなく、不活性ガス（パージガス）の湿度も5%程度以下にするものとしたが、不活性ガスの湿度は5%を越えていてもよく、乾燥空気に比べてその湿度管理は格段に緩くて構わない。従って、不活性ガスの湿度を調整する湿度調整器を必ずしも設ける必要はない。

【0150】

【発明の効果】

以上詳述したように、本願請求項1の発明によれば、稼働状態に応じたパージガスを気密室内に供給することができて、作業者の安全と光学素子の曇りの発生を抑制することができる。

【0151】

また、本願請求項2の発明によれば、前記請求項1に記載の発明の効果に加えて、光源を備えた光学機械を含めて、より適したパージガスを気密室内に供給することができる。

【0152】

また、本願請求項3の発明によれば、前記請求項2に記載の発明の効果に加えて、エキシマレーザ光が入射する光学機械において、その光学素子における曇りの発生抑制及び作業員の安全確保に、特に好適な構成を提供できる。

【0153】

また、本願請求項4の発明によれば、前記請求項1～請求項3のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、マスク上に照射される照明光における強度の経時変化を抑制することができ、そのマスクのパターンをより精確に基板上に転写することができる。

【0154】

また、本願請求項5の発明によれば、前記請求項1～請求項4のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、パターン像における光強度の経時変化が抑制され、より精確なマスクのパターンの転写が可能となる。

【0155】

また、本願請求項6の発明によれば、前記請求項1～請求項5のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、通常の露光時には光学素子の曇りの発生を抑

制しつつ、メンテナンス時、異常時には作業者の安全を確保することができる。

【0156】

また、本願請求項7の発明によれば、前記請求項1～請求項6のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、気密室内に供給されるパージガスが常に清浄に保たれて、光学素子における曇りの発生を確実に抑制することができる。

【0157】

また、本願請求項8の発明によれば、前記請求項1～請求項7のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、所定のガスとして酸素の濃度を検出することにより、その検出結果に基づいて作業者の安全の確保を容易に行うことができる。

【0158】

また、本願請求項9の発明によれば、前記請求項1～請求項8のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、排気装置に異常が生じている場合には、第1のガスの使用を中止して、作業者の安全を確保することができる。

【0159】

また、本願請求項10の発明によれば、前記請求項1～請求項9のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、光学機械の停止状態において、第1のガスの使用を中止することにより、作業者の安全を確保することができる。

【0160】

また、本願請求項11の発明によれば、前記請求項1～請求項10のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、通常の露光時には光学素子の曇りの発生を抑制しつつ、メンテナンス時、異常時には作業者の安全を確保することができる。

【0161】

また、本願請求項12の発明によれば、前記請求項11に記載の発明の効果に加えて、光学機械のメンテナンス時、マスク、基板等の交換時、停止時、運搬時、組立時、調整時における作業者の安全を確保することができる。

【0162】

また、本願請求項13の発明によれば、前記請求項1～請求項12のうちい

れか一項に記載の発明の効果に加えて、光学機械の、例えば運搬時、組立時の他、工場のユーティリティプラントから第2のガスの供給を受けられないような場合においても、前記気密室内を第2のガスでパージすることができる。従って、気密室内を常に第1のガス又は第2のガスでパージすることができ、光学素子における曇りの発生を確実に抑制することができる。

【0163】

また、本願請求項14の発明によれば、前記請求項1～請求項13のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、マスクのパターを基板上に転写する際において、その転写動作の精度及び効率の低下を回避することができる。また、マスク及び基板の交換時、メンテナンス時等における安全な作業環境を確保することができる。

【0164】

また、本願請求項15の発明によれば、前記請求項14に記載の発明の効果に加えて、光源内、及びその光源とマスクとの間にそれぞれ配置された各光学素子の曇りの発生を抑制できて、マスクに照射される照明光の強度の経時変化量を低減できる。また、マスクと基板との間の配置された光学素子の曇りの発生を抑制することができて、基板上におけるマスクのパターン像の光強度の経時変化量を低減できる。

【0165】

また、本願請求項16の発明によれば、前記請求項14又は請求項15に記載の発明の効果に加えて、回収された第1のガスを再利用することができ、露光装置のランニングコストを削減することができる。

【0166】

また、本願請求項17の発明によれば、前記請求項14～請求項16のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、気密室内への照明光の通過が停止された状態における各光学素子の表面への汚染物質の堆積が阻止されるとともに、安全な作業環境が確保される。

【0167】

また、本願請求項18の発明によれば、前記請求項14に記載の発明の効果に

加えて、前記気密室内における第1のガス又は酸素の濃度に応じて、例えば照明光の出射等の光源の状態を制御することができる。

【0168】

また、本願請求項19の発明によれば、前記請求項18に記載の発明の効果に加えて、前記気密室内における残存酸素濃度が所定値以下のときに限って、光源から照明光を出射することができる。従って、その照明光のエネルギー量の減衰を抑制することができ、照明光における安定した露光エネルギー量を確保することができる。

【0169】

また、本願請求項20の発明によれば、前記請求項18又は請求項19に記載の発明の効果に加えて、複数配置された全ての気密室内における、例えば酸素の濃度が所定値以下となったときに、光源からの照明光の出射されるように構成することができる。従って、その照明光のエネルギー量の減衰をより確実に抑制することができる。

【0170】

また、本願請求項21の発明によれば、前記請求項20に記載の発明の効果に加えて、光源内の光学素子、投影光学系の少なくとも一部、投影光学系の少なくとも一部、及び伝送系の少なくとも一部をそれぞれユニット化することができる。

【0171】

また、本願請求項22の発明によれば、前記請求項14～請求項21のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、照明光学系をそれに含まれる可動部分の前後で分割して、それぞれをユニットとして取り扱うことができ、組付時、メンテナンス時等の作業性を向上することができる。

【0172】

また、本願請求項23の発明によれば、前記請求項14～請求項22のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、例えば停電時、長期停止時あるいはメンテナンス時等においても、作業者の安全を確保しつつ、光学素子の曇りの発生を抑制することができる。

## 【0173】

また、本願請求項 24 の発明によれば、前記請求項 23 に記載の発明の効果に加えて、パージガスが第 2 のガスに切り換えられたとき、筐体内に第 1 のガスが留まることなく排出され、例えばメンテナンス時等における作業員の安全確保に有効である。

## 【0174】

また、本願請求項 25 の発明によれば、前記請求項 24 に記載の発明の効果に加えて、前記筐体内における、例えば酸素の濃度等の環境の状態に応じて、例えば照明光の出射等の光源の状態を制御することができる。

## 【0175】

また、本願請求項 26 の発明によれば、前記請求項 24 又は請求項 25 に記載の発明の効果に加えて、各気密室内のパージガスが直接的に、クリーンルーム等の露光装置の設置環境に放出されることがないとともに、前記設置環境の外気が直接前記各鏡筒に接触することがない。従って、作業環境の悪化及び光学素子への汚染物質の堆積を、より確実に抑制することができる。

## 【0176】

また、本願請求項 27 の発明によれば、レーザ光源の運搬時、露光装置との分離時において、その内部に配設された光学素子の表面への汚染物質の堆積を回避することができる。従って、レーザ光源が出射される照明光の強度の経時変化を抑制することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 実施形態の露光装置及びレーザ装置を示す概略構成図。

【図 2】 第 2 実施形態の露光装置及びレーザ装置を示す概略構成図。

【図 3】 第 3 実施形態の露光装置及びレーザ装置を示す概略構成図。

【図 4】 第 4 実施形態及びその変更例の露光装置及びレーザ装置を示す概略構成図。

## 【符号の説明】

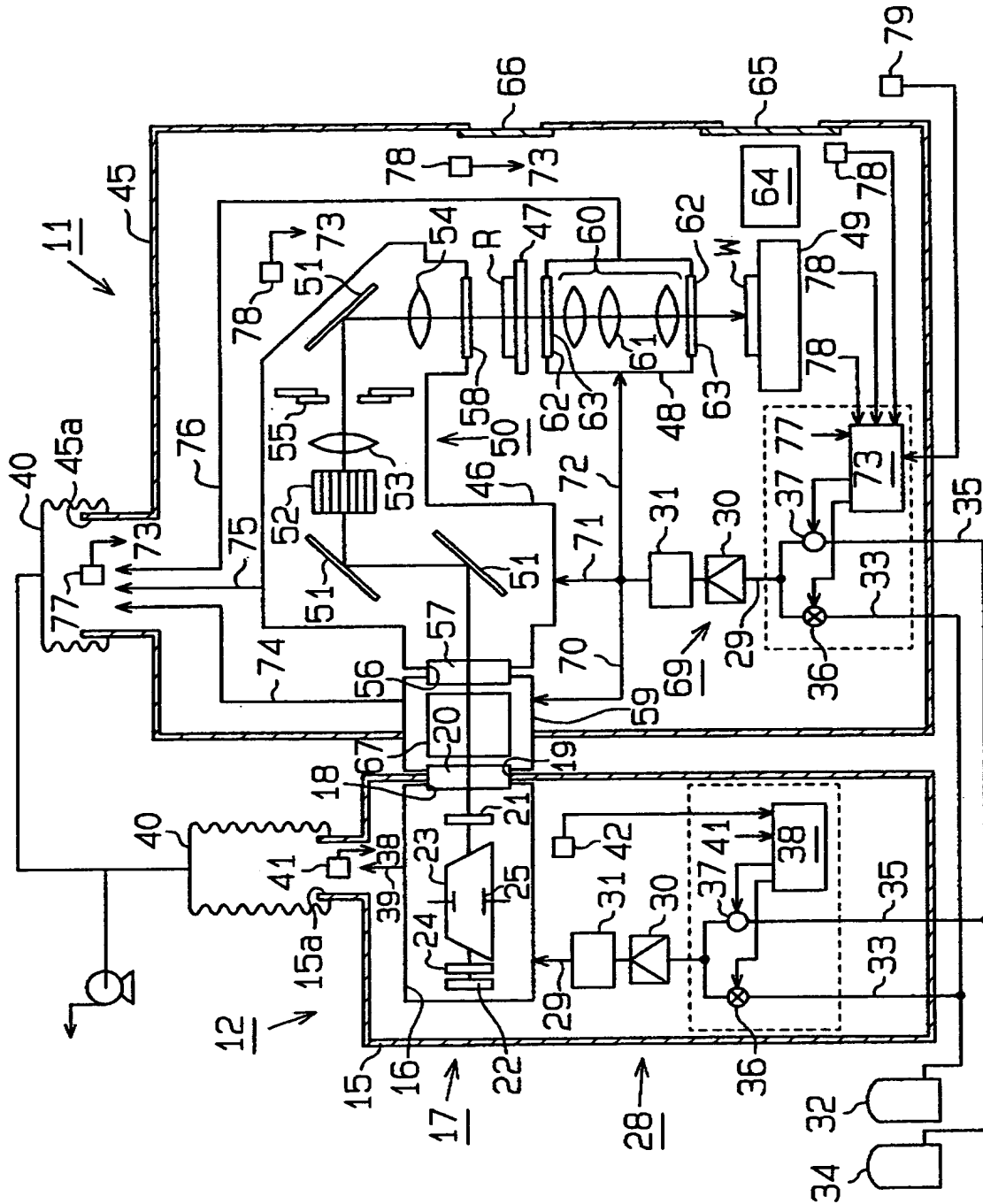
11…光学機械を構成する露光装置本体、12…光学機械及びレーザ光源としてのレーザ装置、15、45…筐体としてのチャンバ、16…第 1 気密室として

の光源室、17…光源としてのレーザ励起部、20、63…光学素子としての仕切り板、21…光学素子としてのフロントミラー、22…光学素子としてのリヤミラー、23…光学素子としてのレーザガスト्यूブ、24…光学素子としての波長狭帯化素子、29…流路及び配管としての給気配管、30…清浄装置としてのフィルタ、31…清浄装置としての温調乾燥器、33…第1パージ機構としての不活性ガス供給系、35、91…第2パージ機構としての乾燥空気供給系、38…制御装置及び光源制御装置としての光源側制御系、40…排気装置としての排気ダクト、41、77…稼働状態検出機構及び排気監視手段を構成する排気量モニタ、42…稼働状態検出機構及び環境監視手段を構成する酸素センサ、46…第2気密室としての第1鏡筒、48…第3気密室としての第2鏡筒、50…照明光学系、51…光学素子としてのミラー、52…光学素子としてのフライアイレンズ、53…光学素子としてのリレー光学系、54…光学素子としてのコンデンサレンズ、55…光学素子としてのレチクルブラインド、57…光学素子としての前方仕切り板、58…光学素子としての後方仕切り板、59…第4気密室としての接続筒、60…投影光学系、61…光学素子としてのレンズ、67…伝送系としてのビーム・マッチング・ユニット、73…制御装置及び光源制御装置としての露光装置側制御系、78…稼働状態検出機構、環境監視手段及び環境センサを構成する内部酸素センサ、79…稼働状態検出機構及び環境監視手段を構成する外部酸素センサ、92…保持手段及びタンクとしての乾燥空気タンク、115…回収装置としてのパージガス回収系、116…流路としての回収配管、117…清浄装置としての乾燥器、136…センサとしての気密室内酸素センサ、R…マスクとしてのレチクル、W…基板としてのウエハ。

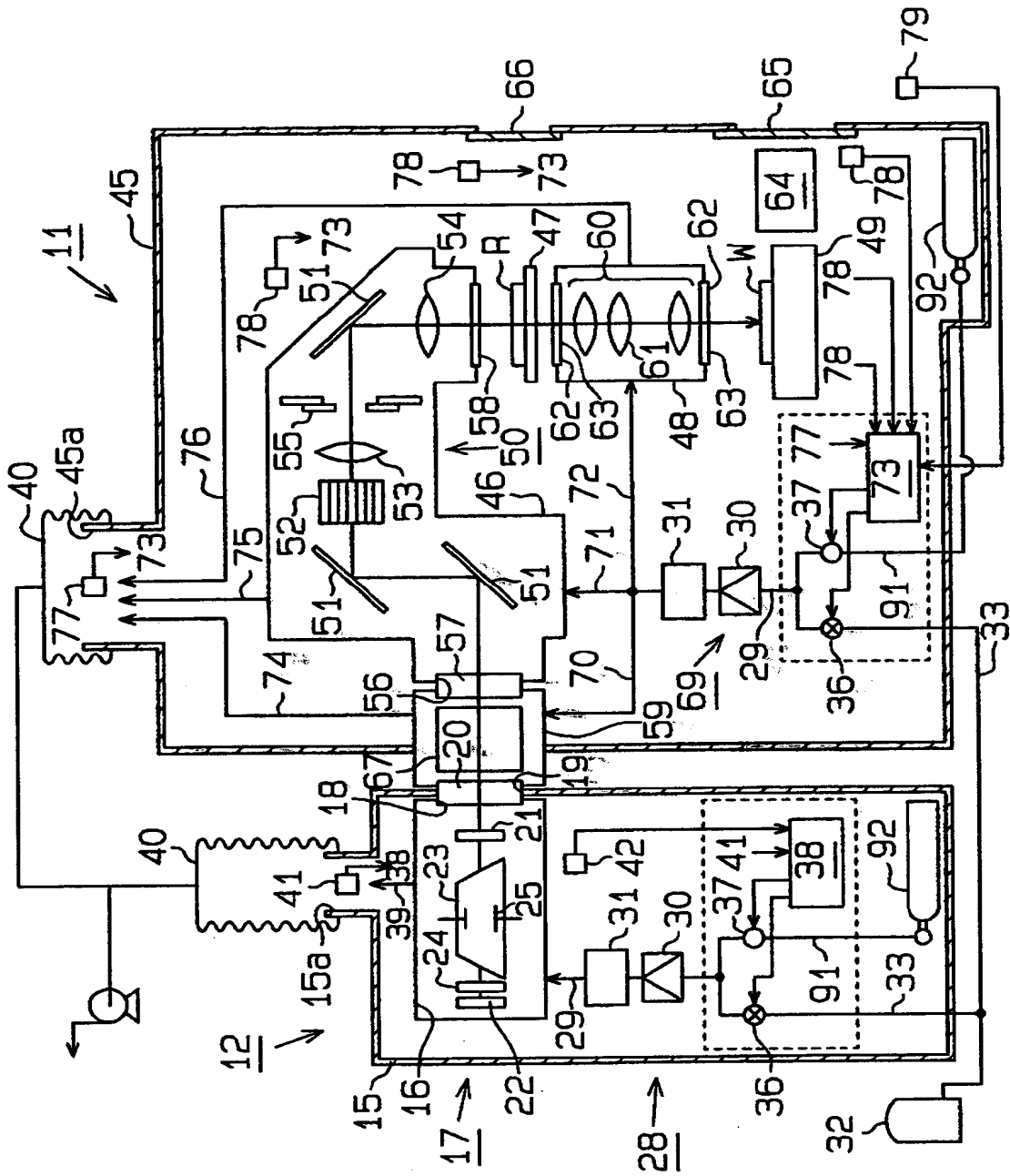


【書類名】 図面

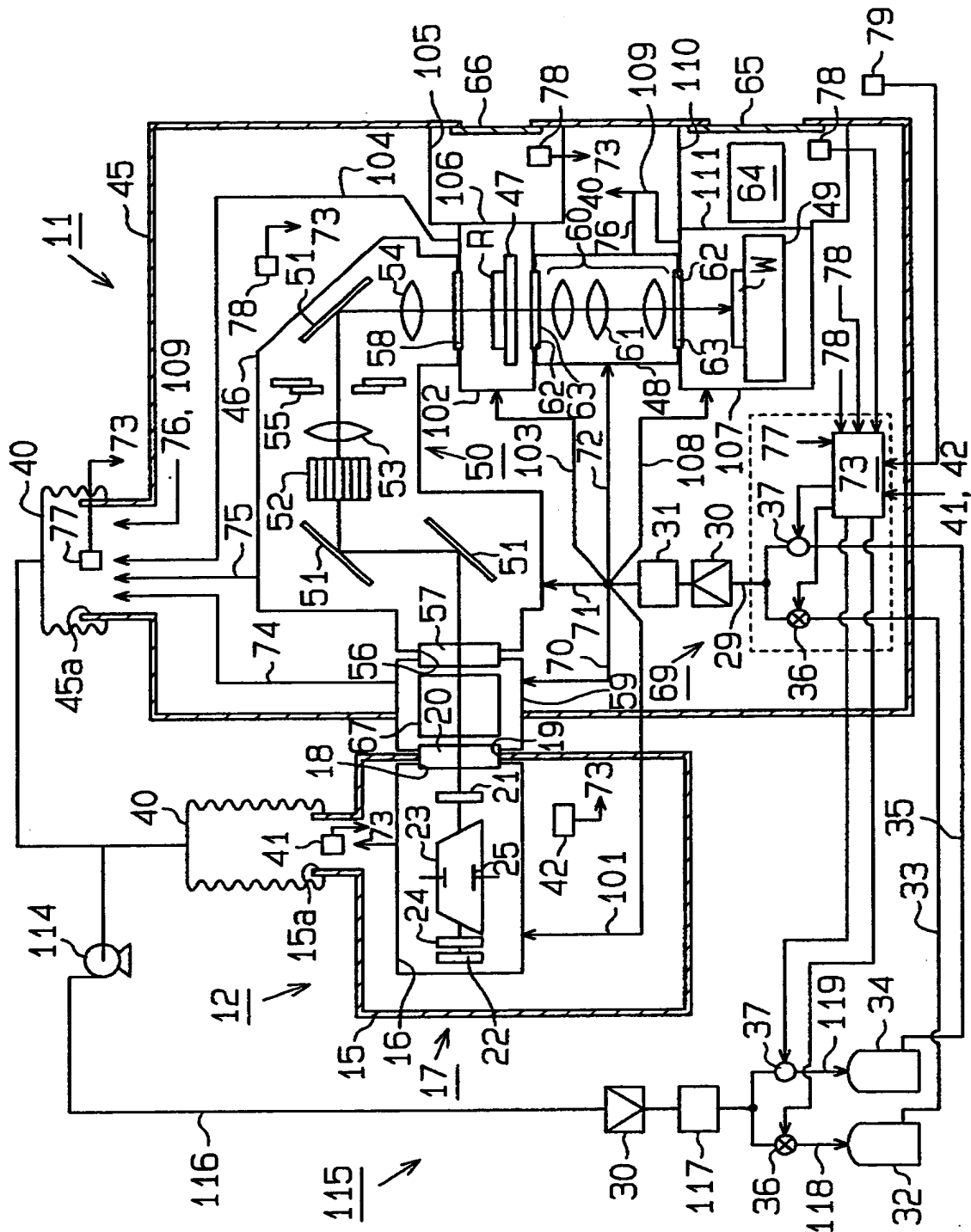
【図 1】



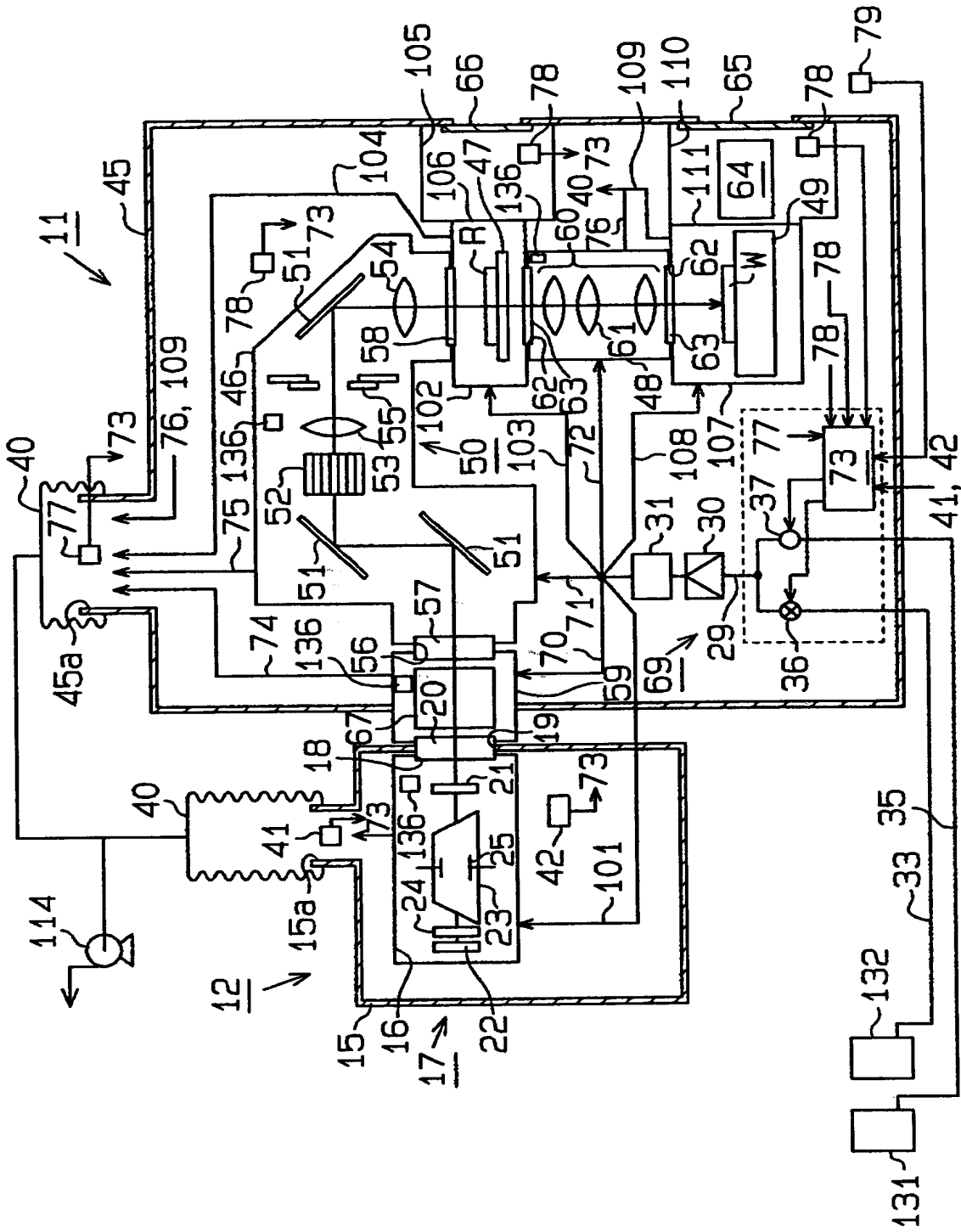
【図 2】



【図 3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 メンテナンス時、異常時等における作業者の安全を確保しつつ、光学素子における曇りの発生を抑制可能な光学機械及び露光装置並びにレーザ光源を提供する。

【解決手段】 露光装置本体 11 の第 1 鏡筒 45、第 2 鏡筒 46 及びレーザ装置 12 の光源室 16 に、不活性ガス供給系 33 と乾燥空気供給系 35 とを切り換え可能に接続する。露光装置本体 11 のチャンバ 45 及びレーザ装置 12 のチャンバ 15 内に、その酸素濃度を計測する酸素センサ 78、42 と、排気ダクト 40 の排気能力を検出する排気量モニタ 77、41 を設ける。そして、これらの酸素センサ 78、42 及び排気量モニタ 77、41 で検出された酸素濃度及び排気量の少なくとも 1 つが所定値を下回ったときには、前記各鏡筒 45、46 及び光源室 16 に供給されるパージガスを不活性ガスから乾燥空気に切り換える。

【選択図】 図 1

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000004112

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

【氏名又は名称】

株式会社ニコン

【代理人】

申請人

【識別番号】

100068755

【住所又は居所】

岐阜県岐阜市大宮町2丁目12番地の1

【氏名又は名称】

恩田 博宣

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

氏 名 株式会社ニコン

